

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 92 (1974)
Heft: 4: Zur "Hilsa 1974"

Artikel: Beispiel eines Feuchtraumbodens bei einem Hallenschwimmbad
Autor: Walther, Otto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72235>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Zur «Hilsa 1974»

Basel und Zürich, 29. Januar bis 3. Februar

Vor 12 Jahren wurde in Zürich erstmals die Internationale Fachausstellung der Heizungs-, Luft- und Sanitärtechnik, «Hilsa», durchgeführt. Die letzte Durchführung dieser Messe vor zwei Jahren brachte dann den Besucherrekord von 80 454 Eintritten, was einer Steigerung von 25% gegenüber 1968 gleichkam. Der Erfolg der Hilsa zeitigte aber auch Schattenseiten, denn das mit Provisorien erweiterte Ausstellungs- und Messegelände der «Züspa» konnte all die vielen Platzwünsche der interessierten Ausstellerfirmen nicht fassen, und so mussten schon 1972 Kürzungen der gewünschten Platzanfragen vorgenommen werden. So erwog man allen Ernstes in Zürich eine Teilung der Messe in verschiedene Gruppen. In der Zwischenzeit stand auch die Schweizer Mustermesse in Basel vor einem ähnlichen Problem. Die Baumesse innerhalb der Frühjahrmesse sollte auf Wunsch der Aussteller in eine eigene und internationalisierte Fachmesse umgestaltet werden. Aus diesen beiden Problemen heraus erwog man die Idee einer Zusammenlegung beider Messen in eine Zwillingmesse, bei der in Basel die Baufachmesse zusammen mit einem Teil der Hilsa gezeigt werden könnte. In Zürich sollte der andere Teil der Hilsa in den festen Hallen der «Züspa» durchgeführt werden. Man einigte sich auf eine Messe unter dem Titel «Swissbau/Hilsa», wobei jede Messe für sich selbständig bleibt, die Probleme von Werbung, Eintrittspreisen, Katalog und noch verschiedenen anderen Dingen aber gemeinsam gelöst werden könnten. Die Hilsa, die 5. Internationale Fachausstellung der Heizungs-, Luft- und Sanitärtechnik ist zweigeteilt. In den Hallen der «Züspa» in Zürich zeigen 170 Aussteller auf 12 500 m² Apparate und Installationen der Sanitär- und Heizungstechnik sowie Rohrleitungen, Apparaturen und Pumpen. Weitere 85 Hilsa-Aussteller der Gruppen Lüftung, Klima, Regeltechnik, Spenglereiartikel und Werkstatt/Werkzeuge stellen in Basel in den Hallen der Schweizer Mustermesse auf 3300 m² ihre Geräte und Materialien aus.

Beispiel eines Feuchtraumbodens bei einem Hallenschwimmbad

Von O. Walther, Nidau¹⁾

DK 697.93:725.74

Es wird immer wieder die Meinung vertreten, dass Bauen nach bauphysikalischen Gesetzmässigkeiten, mit oder ohne Beizug eines Fachberaters, sich kostenverteuernd auswirke. Dieses Vorurteil ist oft dann richtig, wenn im Einzelgang versucht wird, die Probleme nach unfertigen Schul- oder Prospektbeispielen zu lösen. Die Schlussfolgerung aus Schadenanalysen bestätigt immer wieder, dass die Schaffung optimaler Baukonstruktionen durch möglichst frühzeitiges Zuziehen von Fachspezialisten ausserordentlich erleichtert wird. Die mögliche Auswirkung auf die Gesteigungskosten wird nachstehend an Hand eines Beispiels aufgezeigt.

1. Anforderungen

An einen Feuchtraumboden (Duschen, Trocknen, Garderobe), der direkt auf das Terrain aufzubringen ist, werden von den am Bau Beteiligten die verschiedensten Ansprüche gestellt.

Anforderungen von seiten des Architekten:

- Behagliche Oberflächentemperatur (rd. 25°C, das entspricht etwa der Raumtemperatur)
- Die Bodenoberfläche muss zum Reinigen mit dem Schlauch abgespritzt werden können
- Als Fertigbelag soll ein Klinker- oder Plattenbelag eingebaut werden
- Die Lösung soll möglichst preisgünstig sein.

Anforderungen von seiten des Bauingenieurs:

- 20 cm starke Betonplatte auf Magerbeton und Kieskoffer.

Anforderungen von seiten des Heizungsingenieurs:

- Zur Sicherstellung der vorgeschriebenen Oberflächentemperatur ist eine Bodenheizung und gegen Wärmeverluste in das Erdreich eine Wärmedämmung einzubauen.

Anforderungen von seiten des Bauphysikers:

- Korrosionsschäden an der Bodenheizung müssen vermieden werden
- Die Wärmedämmung darf nicht durchnässt werden
- Möglichkeit des bauphysikalischen Rechnungsnachweises

¹⁾ Überarbeitete Fassung eines Vortrages gehalten an der SIA-Studientagung über aktuelle Ingenieurprobleme am 22. und 23. Oktober 1971 in Zürich und Dübendorf.

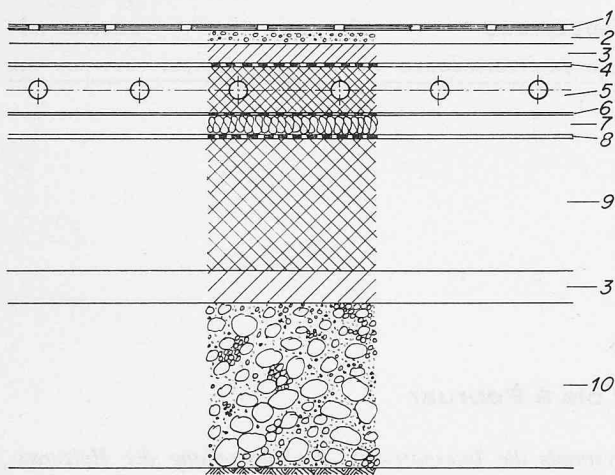


Bild 1. Konventioneller Aufbau eines beheizten Feuchtraumbodens

- | | | |
|-------------------------|----------------|--|
| 1 Plattenbelag | 5 Heizplatte | 8 Isolation gegen aufsteigende Feuchte |
| 2 Mörtelbett | 6 Abdecklage | 9 Beton |
| 3 Betonüberzug | 7 Wärmedämmung | 10 Kieskoffer |
| 4 Sickerwasserisolation | | |

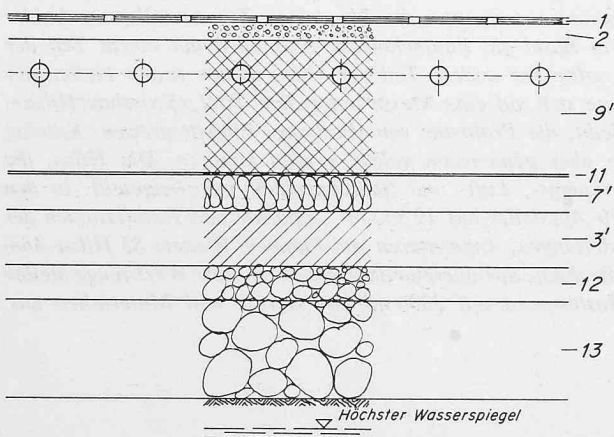


Bild 2. Bauphysikalisch harmonisch aufgebauter Feuchtraumboden mit Heizung

Schichtfolge von unten nach oben

Schicht Nr.	Bezeichnung	Materialspezifizierung
13	kapillarbrechende Schicht	Geröll, 15 cm stark Körnung 50/80 mm
12	Reinplanie	Kies, 5 cm stark Körnung 8/30 mm
3'	Ausgleichsschicht	Magerbeton, 5 bis 8 cm stark, mit Ausfall des Mittelkornes
7'	Wärmedämmung	Polystyrolhartschaumplatten mit einem Raumgewicht von rd. 50 kg/m ³ , 3 cm stark, lose verlegt
11	Abdecklage gegen Absickern von Zementmilch	Polyäthylenbaufolie 0,2 bis 0,3 mm stark. Die Folienränder müssen mit einer Stossfuge der Wärmedämmplatten korrespondieren und um diese nach unten eingeschlagen werden
9'	Trag- und Heizplatte	Beton, 20 cm stark, mit Heizschlangen aus Kunststoff
2	Mörtelbett	Zusammensetzung gemäss Vorschrift des Plattenlieferanten
1	Fertigbelag	Plattenbelag

- Die Lösung soll preisgünstig sein und handwerklich sicher und sie soll ohne grosse Schwierigkeiten durchgeführt werden können.

2. Ausführungsvorschläge

2.1 Herkömmliche Lösung

Aus den häufigen Schadenfällen, wie Korrosion der einbetonierten Heizrohre aus Stahl durch in die Plattenfugen eindringendes Sickerwasser oder Durchfeuchtung der Wärmedämmung durch «aufsteigende Feuchtigkeit», hat sich der im Bild 1 gezeigte und als «konventionelle Ausführung» bezeichnete Aufbau entwickelt.

Die Lösung ist qualitativ einwandfrei. Als Nachteile sind jedoch zu nennen:

- Komplizierte und ausführungstechnisch anspruchsvolle, teure Konstruktion
- Die Isolierarbeiten müssen durch Spezialisten verschiedener Arbeitsgattungen ausgeführt werden
- Es besteht die Gefahr von mechanischen Beschädigungen an den Feuchtigkeitsisolationen während der Bauzeit
- Sehr langsamer Ausführungsfortschritt.

2.2 Konventionelle Lösung mit Heizrohren aus Kunststoff

Durch die Entwicklung korrosionsbeständiger Kunststoffrohre, die an Stelle der Heizschlangen aus Stahl einbetoniert werden, kann der obere Schutzmörtel entfallen, und an Stelle der Abdecklage tritt die Sickerwasserisolation.

Diese Lösung weist die gleichen Nachteile auf, wie der Aufbau nach der konventionellen Lösung.

2.3 Neuzzeitliche Lösung

Wie durch die sinngemässe Anwendung der bauphysikalischen Gesetzmässigkeiten und der technologisch guten Auswahl der Baustoffe oft verblüffend einfache Lösungen gefunden werden können, sei durch nachstehendes Beispiel erläutert.

2.3.1 Lösungsgang

Durch die feuchtigkeits- und diffusionstechnisch zweckmässige Auswahl und Anordnung der Baustoffe soll möglichst auf die Anwendung von bauvertuernden Hilfsschichten verzichtet werden. Dies gilt hauptsächlich für die Feuchtigkeitsisolationen.

Voraussetzungen für die Eliminierung der «Isolierung gegen aufsteigende Feuchtigkeit»:

- Durch eine kapillarbrechende Schicht muss der Feuchtigkeitstransport aus dem Erdreich unterbrochen werden
- Der Grundwasserspiegel darf die kapillarbrechende Schicht in keinem Falle erreichen
- Der Wärmedämmstoff soll keine kapillare Feuchtigkeitsleitung besitzen.

Voraussetzung für das Weglassen der Sickerwasserisolation bzw. Dampfsperre:

- Die Schichten über der Wärmedämmung sollen möglichst wasserdicht und dampfbremsend sein
- Die Schichten unter der Wärmedämmung sollen möglichst diffusionsdurchlässig sein
- Der Wärmedämmstoff muss fäulnis- und verrottungssicher sein.

Mit den obigen Voraussetzungen lässt sich für den Schichtaufbau das Schema gemäss Bild 2 aufstellen.

2.3.2 Bauphysikalischer Berechnungsnachweis; Berechnungsgrundlagen

Bei einer öffentlichen Schwimmhallenanlage wird sowohl die Raumheizung wie die Bodenheizung dauernd in Betrieb sein. Dadurch stellt sich ein stationärer Wärmefluss vom

Raume bzw. der Heizplatte durch die Schichten des Fussbodens in das Erdreich ein.

Raumtemperatur $t_i = 25^\circ\text{C}$ bei $\varphi_i = 70\%$ rel. Feuchtigkeit
 Bodenoberflächentemperatur $t_E = 25^\circ\text{C}$ in nassem oder trockenem Zustande

Mittlere Temperatur in der Heizrohrebene t_B rund 30°C

Temperatur des Erdreiches $t_E = 9^\circ\text{C}$

Wärmewiderstand $r = s/\lambda$ ($\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}/\text{kcal}$)

Wasserdampfwiderstand $r_D = s/\lambda_D$ ($\text{m}^2 \text{ h Torr}/\text{g}$)

Wärmedurchgangswiderstand $R = \sum(r)$ in ($\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}/\text{kcal}$)

Wasserdampfdurchgangswiderstand $R_D = \sum(r_D)$ in ($\text{m}^2 \text{ h Torr}/\text{g}$)

s Schichtstärke in m

λ Wärmeleitfähigkeit in $\text{kcal}/\text{m h } ^\circ\text{C}$

λ_D Dampfleitfähigkeit in $\text{g}/\text{m h Torr}$

Wasserdampfdrücke

Für die Bestimmung der Partialdrücke des Wasserdampfes im Wasserdampf-Luft-Gemisch wird der Einfachheit halber die Tabelle für einen atmosphärischen Luftdruck von 760 Torr benützt. Die Bestimmung des Temperatur- und des Dampfdruckverlaufes erfolgt auf graphischem Wege (Bild 3).

Das Temperaturdiagramm

Für den stationären Wärmefluss stellt der Temperaturverlauf im nach den Wärmewiderständen (s/λ) homogenisierten Diagramm eine Gerade dar. Für die Konstruktion des Diagrammes müssen demnach nur die Schichtdicken s in m und die Wärmeleitfähigkeiten λ bekannt sein.

Das Dampfdruckdiagramm

Die Beurteilung, ob der Dampfdurchgang trocken oder mit Kondensatausscheidung erfolgt, wird an Hand des Diagrammes nach Glaser bestimmt, dessen Aufbau als bekannt vorausgesetzt wird.

Verläuft der Dampfdruck in dem nach den Diffusionswiderständen homogenisierten Diagramm innerhalb der zu untersuchenden Schicht oder Schichten, ohne die Sättigungsdrucklinie zu tangieren, dann ist der Wasserdampfdiffusionsstrom in dieser Zone konstant, das heisst, es kann kein Kondensat ausfallen. Die zur Konstruktion des Temperatur- und des Dampfdruckdiagrammes notwendigen Zahlenwerte sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Schichtaufbau

Im massstäblich aufgezeichneten Schichtaufbau (Bild 3) sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nur der Temperatur-

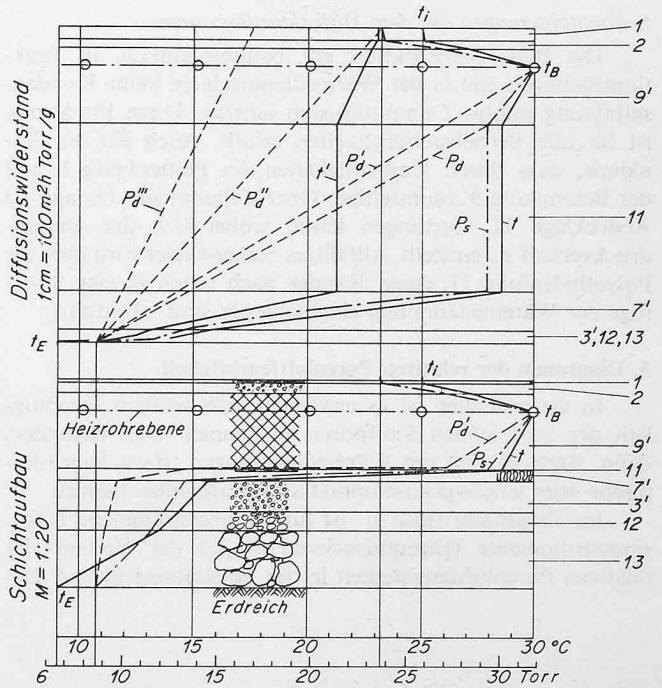
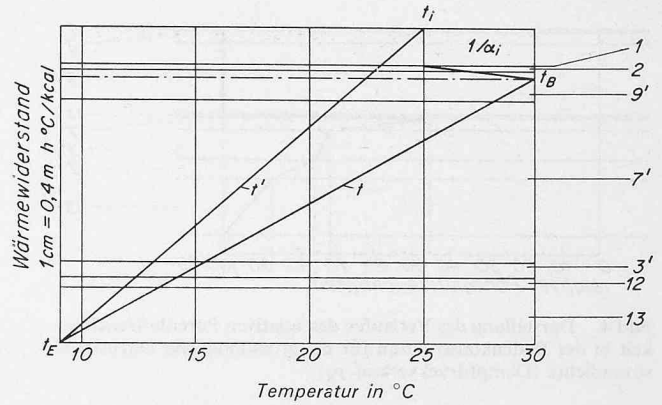


Bild 3. Bauphysikalisches Schaubild

verlauf t bei beheiztem Boden, der Sättigungsdruckverlauf p_s und der Dampfdruckverlauf p'_a eingetragen. Feuchtigkeitsbeurteilungen nach diesem Diagramm vorzunehmen ist nicht zu empfehlen, da die entsprechenden Kurven verzerrt dargestellt sind.

Tabelle 1. Diffusionswiderstände

Nr. und Bezeichnung	Schichtstärke m	Wärmeleitfähigkeit λ $\text{kcal}/\text{m h } ^\circ\text{C}$	Wasserdampfleitfähigkeit λ_D $\text{g}/\text{m h Torr}$	Wärmewiderstand r $\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}/\text{kcal}$	Diffusionswiderstand r_D $\text{m}^2 \text{ h Torr}/\text{g}$
$1/\alpha_i$ Übergang	—	—	—	0,200	—
1 Plattenbelag	0,008	1,000	0,00045	0,008	18
2 Mörtelbett	0,030	1,200	0,003	0,025	10
9' Betonplatte	0,200	1,300	0,002	0,154	100
11 Polyäthylenfolie	0,0002	—	$9 \cdot 10^{-7}$	—	222
7' Polystyrolhartschaum	0,030	0,035	0,00056	0,860	54
3' Magerbeton	0,080	1,000	0,015	0,080	6
12 Reinplanie	0,050	0,900	0,020	0,55	3
13 Geröll	0,150	0,500	0,030	0,300	5

Bemerkung: Die Diffusionswiderstände wurden auf ganze Zahlen aufgerundet

$$\begin{aligned} \sum(r) &= R = 1,682 \\ \sum(r_D) &= R_D = 418 \end{aligned}$$

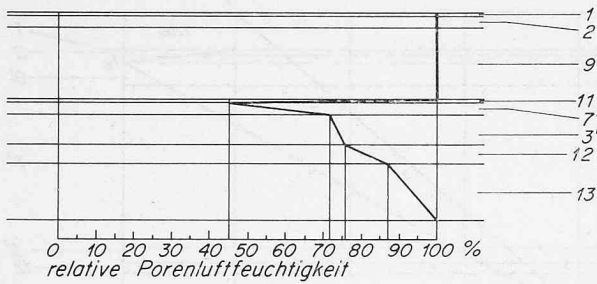


Bild 4. Darstellung des Verlaufes der relativen Porenluftfeuchtigkeit in der Bodenkonstruktion für die grösstmögliche Diffusionsstromdichte (Dampfdruckverlauf p_a)

Schlussfolgerungen aus dem Diffusionsdiagramm

Die Bodenkonstruktion gilt bauphysikalisch als funktionstüchtig, wenn in der Wärmedämmschicht keine Kondensatbildung infolge Dampfdiffusion auftritt. Diese Forderung ist für alle Betriebsmöglichkeiten erfüllt. Auch für die Annahme, dass durch Undichtigkeiten im Plattenbelag 1 und der Betonplatte 9' raumseitiges Oberflächenwasser bis auf die Abdecklage 11 vordringen kann, wobei sich der Dampfdruckverlauf p_a einstellt. Allfälliges Sickerwasser wird über die Polyäthylenfolie 11, deren Ränder nach unten in eine Stossfuge der Wärmedämmung eingeschlagen sind, abgeführt.

3. Diagramm der relativen Porenluftfeuchtigkeit

In vielen Fällen ist es erwünscht, die relative Feuchtigkeit der Luft in den Stoffporen zu kennen. Dies besonders dann, wenn es sich um Wärmedämmungen, stark hygroscopische oder feuchtigkeitsempfindliche Materialien handelt.

Im Diagramm (Bild 4) ist für die grösstmögliche Diffusionsstromdichte (Dampfdruckverlauf p_a) der Verlauf der relativen Porenluftfeuchtigkeit in der Bodenkonstruktion dar-

Tabelle 2. Kostenvergleich zwischen «konventioneller» und «neuezeitlicher» Konstruktion

Die Kosten gleicher Stoffschichten werden im Vergleich nicht berücksichtigt

Konventionelle Konstruktion (Bild 1)			Neuezeitliche Konstruktion (Bild 2)		
Schicht Nr.	Bezeichnung	Preis Fr./m ²	Schicht Nr.	Bezeichnung	Preis Fr./m ²
1	Plattenbelag	-	1	Plattenbelag	-
2	Mörtelbett	-	2	Mörtelbett	-
3	Betonüberzug	9.-	9'	Beton	-
4	Sickerwasserisolierung	14.-	11	Polyäthylenfolie	1.-
5	Heizplatte (ohne Rohr)	19.-	7'	Wärmedämmung	-
6	Abdecklage	5.-	3'	Magerbeton	-
7	Wärmedämmung	-	12	Reinplanie	5.-
8	Isolation gegen aufsteigende Feuchte	14.-	13	Geröll	20.-
9	Beton	-			
3	Magerbeton	-			
10	Kieskoffer	24.-			
	Total	85.-		Total	26.-

Mehrkosten der konventionellen Konstruktion 59.- Fr./m²

gestellt. In der Wärmedämmung, welche in bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt als kritische Schicht zu bezeichnen ist, beträgt die relative Porenluftfeuchtigkeit zwischen 45 und 72%, was, auf die Stofffeuchtigkeit und die Wärmeleitfähigkeit bezogen, keine nachteilige Auswirkung hat.

Adresse des Verfassers: Otto Walther, Ing. cons., Oberer Kanalweg 12, 2560 Nidau BE.

Messen des Lichtabbaus von Kunststoffen mit einem Schmalbandsensor

Von Philip B. Harris, Watfort

DK 535.231.6:535-31:678.5

Neue Werkstoffe bringen oft auch neue Probleme. Dies zeigt sich in der Bauindustrie, wo man sich ständig bemüht, neue Materialien auf organischer Grundlage wie Kunststoffe, Farben, Dichtungsmittel und Kleber einzuführen und zu verwenden. Sie müssen bei der Aussenanwendung nicht nur ihre primären Funktionen etwa als Verkleidung, Dekoration, Schutz, Dichtung oder Befestigung erfüllen, sondern auch langfristig den Witterungseinflüssen standhalten können.

Organische Materialien sind gegen die UV-Strahlung des Sonnenlichts besonders empfindlich. So wird beispielsweise das Altern von Polyäthylen (PE) im Freien durch einen durch UV-Strahlung ausgelösten Lichtoxydationsprozess [1] verursacht; das Vergilben und die Oberflächenverwitterung glasfaserverstärkter Polyester-Dachplatten ist das Ergebnis der vereinten Wirkung von UV-Strahlung und Feuchtigkeit [2]; weichmacherfreies Polyvinylchlorid (UPVC) – der in der Bauindustrie am meisten verwendete Kunststoff – hat nur eine begrenzte Lebensdauer, selbst wenn er gegen die Wirkung der UV-Strahlung stabilisiert ist.

Die UV-Strahlung löst eine Abbaureaktion aus, die sich unter bestimmten Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen ausbreitet. Dies ist dadurch begründet, dass nur in diesem Spektralbereich die photochemische Energie ein genügend hohes Niveau erreicht, um die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen zu zerbrechen, die die Grundlage von Polymerketten sind [3].

Schätzungen der UV-Energie

Wirksames Untersuchen des durch UV-Strahlung ausgelösten Lichtabbaus setzt ein empfindliches Messgerät voraus, um die von Proben empfangenen Strahlungsdosen zu schätzen. Messungen der gesamten UV-Strahlung im Spektralbereich zwischen 295 und 400 nm sind von begrenztem Wert weil die verschiedenen Werkstoffe meist auf spezifische Wellenbänder besonders empfindlich sind. So zeigt beispielsweise Polystyrol (PSO) bei etwa 318 nm maximale Empfindlichkeit, Polypropylen (PP) hingegen bei etwa 370 nm [4].

Als allgemeine Regel gilt, dass eine Strahlung unter etwa 360 nm Vergilben und Versprödung verursacht. Eine längerwellige und in das sichtbare Spektrum hineinreichende Strahlung verursacht Verblassen der Farbe. Oft ist es deshalb aufschlussreicher, das solare UV in einer Reihe ausgewählter Schmalbänder zu messen. Diese können so gewählt werden, dass sie entweder mit den bekannten Empfindlichkeitsbereichen des zu untersuchenden Werkstoffs übereinstimmen, oder so, dass ein genaues Diagramm der spektralen Verteilungskurven gezeichnet werden kann.

Das britische Building Research Establishment (BRE) entwickelte einen UV-Sensor, in dem durch die Anwendung von Interferenzfiltern schmale Bandbreiten ausgewählt werden; hierbei ist eine Halbpeak-Bandbreite von 8 nm typisch. Für eigene Untersuchungen des Polymerabbaus wählte das